

DERWENT-ACC-NO:  
1999-003064

*mds*  
*Suzuki; et al.*

DERWENT-WEEK:  
200241

COPYRIGHT 1999 DERWENT  
INFORMATION LTD

TITLE:  
Ultrasonic diagnostic  
apparatus using synthetic  
aperture

focusing technique -  
includes synthesiser  
which adds

predetermined delay time  
to input signal stored in  
memory

so  
that aperture of acoustic  
lens is adjusted in order  
to

vary focal point

PATENT-ASSIGNEE:  
MATSUSHITA DENKI SANGYO  
KK[MATU]

PRIORITY-DATA:  
1997JP-0105379 (April 9,  
1997)

PATENT-FAMILY:  
PUB-NO

PUB-DATE	PAGES
LANGUAGE	
MAIN-IPC	
JP 10277042 A	
October 20, 1998	
N/A	009
A61B 008/14	
JP 3290092 B2	
June 10, 2002	
N/A	008
A61B 008/00	

# APPLICATION-DATA:

PUB-NO

APPL-DESCRIPTOR

APPL-NO

APPL-DATE

JP 10277042A	N/A
--------------	-----

1997JP-0105379

April 9, 1997

JP 3290092B2

N/A

1997JP-0105379

April 9, 1997

JP 3290092B2

Previous Publ.

JP 10277042

N/A

INT-CL (IPC) :

A61B008/00, A61B008/14

ABSTRACTED-PUB-NO: JP

10277042A

BASIC-ABSTRACT:

The apparatus includes an

ultrasonic probe (1)  
which has an acoustic  
lens (11).

A scan mechanism (2) is  
provided to control the  
relative position of  
probe with  
respect to position of a  
reflector (13). The  
reflected ultrasonic wave  
is  
converted to an  
electrical signal and  
information corresponding  
to the  
electrical signal is  
stored in a memory (4).

A synthesiser (5) adds a  
predetermined delay time

to the input signals  
stored  
in the memory based on  
the wave front phase  
information of ultrasonic  
wave.

Then, a synthesised  
signal is obtained, based  
on which, the aperture of  
acoustic lens is adjusted  
in order to vary focal  
point.

ADVANTAGE - Performs  
favourable opening  
synthesis by simple  
calculation.

Obtains favourable  
bearing resolution.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/8

DERWENT-CLASS: P31 S05  
T01

EPI-CODES: S05-D03E;  
T01-J06A; T01-J10A;  
T01-J10B2;

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)10月20日

**A 6 1 B 8/14**

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全 9 頁)

(74) 代理人 弁理士 青木 輝夫

**最終頁に続く**

Figure 1 is a block diagram of a surface defect detection system. The system includes a light source (2) emitting light through a lens (11) onto a sample (13). A detector (3) receives reflected light. The signal is processed by a memory (4), a signal processing unit (5), and a display unit (7). A detailed view of the detector (3) shows a layered structure with components 6A, 6B, 6C, and 6, and a memory unit (メモリ) for surface phase information. A coordinate system (Y, Z) is also shown.



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波面収束手段を有する超音波探触子と、前記超音波探触子の被検体に対する相対位置をを制御する走査手段と、前記被検体等から反射する超音波を前記超音波探触子で電気信号に変換した後の受信信号を記憶する記憶手段と、超音波の波面位相情報をもとに前記記憶手段に記憶された受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行う信号合成手段とを備え、前記信号合成手段で開口合成される合成信号と前記受信信号の前記超音波探触子の超音波エネルギーが焦点に収束する球面波領域と前記超音波エネルギーが拡散する球面波領域における位置に応じて開口合成法を変更する構成にしたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 開口合成法は、探触子から放射された球面波が収束する焦点を仮想音源とみなして開口合成を行い、超音波エネルギーが拡散する球面波を探触子表面端から放射された球面波とみなして開口合成を行うことを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項3】 開口合成を行う範囲を指定するための超音波ビームの振幅情報を記憶する波面振幅情報メモリと、前記波面振幅情報メモリ記憶されている超音波ビームのメインローブ情報に応じて開口合成の開口幅を決定する開口制御部を更に備えることを特徴とする請求項請求項1 また2記載の超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、開口合成法を利用した超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波診断装置において、超音波の進行方向に直交する方向の分解能（方位分解能）を高めるための手段として開口合成法が知られている。

【0003】図7は、単一の振動子を用いた従来の超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。同図において、71は振動子、72は振動子71を被検体である反射体73に対して一次元方向に走査する走査機構、74は振動子71から超音波を発生させるための高周波信号を振動子71に供給するとともに、反射体73で反射されて振動子71に戻ってくる超音波を電気信号に変換した振動子71からの信号を受信する送受信回路であり、この送受信回路74で受信された信号は増幅検波された後、所定のデジタル信号処理がなされてメモリ75に記憶される構成になっている。

【0004】信号合成部76は、波面位相情報メモリ77に記憶されている超音波ビームの位相情報をもとに、各送受信により得られたメモリ75からの高周波受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行う。78は信号合成部76から出力される合成信号をテレビ用の映像信号に変換して表示する画面表示部である。

【0005】このように開口合成法では、振動子71を走査機構72で走査しながら繰り返し送受信を行って複数の受信信号を得る。この場合、振動子71から送信される超音波ビームは振動子71からの球面波とみなすことができ、受信信号を受信合成部76で適切な遅延を与えて合成することにより、振動子からの距離に依存しない良好な方位分解能を持った合成信号を得ることができる。

【0006】しかし、この開口合成法では、図7の点線、破線及び実線で示すように、超音波ビームを広げて送受信を行うため、得られた受信信号が微弱になり、十分なSN比が得られないという問題がある。この問題を解決するために、特開昭62-47348号に示すような波面収束手段を有する振動子を用い、超音波ビームの収束点を音源とみなして開口合成を行う方法がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭62-47348号に示す方法では、収束点を音源とみなすという近似は超音波ビームが収束していく部分でしか成立しないため、振動子の実効開口幅を大きくできないという問題がある。

【0008】例えば、図8に示すように、振動子81を反射体82に対し右方に走査して反射体82の位置の信号を求める場合、振動子81の開口i、jの位置では問題がないが、振動子81開口kの位置から送受信した超音波ビームkは開口合成に用いることができない。

【0009】本発明は、上記のような問題を解決するものであり、波面収束手段を有する探触子を用いても、開口合成における実効開口幅を大きくとることができ、かつ実際に使用する超音波の位相特性に近い状態で開口合成ができる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の超音波診断装置は、波面収束手段を有する超音波探触子と、前記超音波探触子の被検体に対する相対位置をを制御する走査手段と、前記被検体等から反射する超音波を前記超音波探触子で電気信号に変換した後の受信信号を記憶する記憶手段と、超音波の波面位相情報をもとに前記記憶手段に記憶された受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行う信号合成手段とを備え、前記信号合成手段で開口合成される合成信号と前記受信信号の前記超音波探触子の超音波エネルギーが焦点に収束する球面波領域と前記超音波エネルギーが拡散する球面波領域における位置に応じて開口合成法を変更する構成にしたものである。

【0011】本発明によれば、波面収束手段を有する探触子を用いても、開口合成における実効開口幅を大きく取ることができ、かつ実際に使用する超音波の位相特性に近い状態で開口合成ができる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、波面収束手段を有する超音波探触子と、前記超音波探触子の被検体に対する相対位置を制御する走査手段と、前記被検体等から反射する超音波を前記超音波探触子で電気信号に変換した後の受信信号を記憶する記憶手段と、超音波の波面位相情報をもとに前記記憶手段に記憶された受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行う信号合成手段とを備え、前記信号合成手段で開口合成される合成信号と前記受信信号の前記超音波探触子の超音波エネルギーが焦点に収束する球面波領域と前記超音波エネルギーが拡散する球面波領域における位置に応じて開口合成法を変更する構成にしたものであり、合成信号と受信信号の位置関係により合成方法を変えることで開口合成における実効開口幅を大きく取り得る。

【0013】請求項1に記載の発明は、開口合成法が、探触子から放射された球面波が収束する焦点を仮想音源とみなして開口合成を行い、超音波エネルギーが拡散する球面波を探触子表面端から放射された球面波とみなして開口合成を行うものであり、簡単な計算で良好な開口合成が可能になる。

【0014】請求項3の発明は、開口合成を行う範囲を指定するための超音波ビームの振幅情報を記憶する波面振幅情報メモリと、前記波面振幅情報メモリ記憶されている超音波ビームのメインローブ情報に応じて開口合成の開口幅を決定する開口制御部を更に備えるものであり、超音波ビームのメインローブの太さやサイドローブの有無によって合成する受信信号の数を調整でき、効率的な開口合成が可能になる。

【0015】（実施の形態1）図1～図4により本発明の実施の形態1について説明する。図1は本発明の実施の形態1における超音波診断装置の構成を示すブロック図、図2は超音波診断装置の動作を説明するための超音波ビームの位相特性の概念図、図3は超音波診断装置の動作を説明するための概念図、図4は超音波診断装置の動作説明図である。

【0016】図1において、1は酸化亜鉛結晶膜等の圧電振動子から構成される探触子であり、この探触子1の下面には波面収束手段を構成する音響レンズ11が設けられており、この音響レンズ11により探触子1から発生する超音波ビームを焦点12に収束させる。2は音響レンズ11を含む探触子1を被検体である反射体13に対して一次元方向（Y方向）に走査する走査機構であり、また、3は探触子1から超音波を発生させるための高周波パルスを探触子1に供給するとともに、反射体13で反射されて探触子1に戻ってくる超音波を電気信号に変換した探触子1からの信号を受信する送受信回路であり、この送受信回路3で受信された信号は増幅検波された後、所定のデジタル信号処理がなされてメモリ4

に記憶される構成になっている。

【0017】信号合成部5は、波面位相情報メモリ6に記憶されている超音波ビームの位相情報をもとに、各送受信により得られたメモリ4からの高周波受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行うもので、受信信号に所定の遅延時間を与えるデジタル遅延回路、及び遅延処理した受信信号を加算するデジタル加算回路等から構成される。また、波面位相情報メモリ6は開口合成を行うための超音波の位相情報を記憶するもので、この波面位相情報メモリ6には、図2に示す領域A、B、Cに対応する超音波の位相情報メモリ6A、6B、6Cが記憶されており、超音波の位相情報メモリ6A、6B、6Cは合成信号と受信信号の位置関係により選択されて信号合成部6に取り込まれる。7は信号合成部6から出力される合成信号をテレビ用の映像信号に変換して表示する画面表示部である。

【0018】上記の用に構成された超音波診断装置の動作について、図2～図4を参照して説明する。

【0019】まず図2に示すように、探触子1はZ方向に収束超音波ビームを発生するが、音響レンズ11により大部分の音響エネルギーは領域Aを通り焦点12へ収束する。この領域Aにおける超音波の収束状態は、焦点12を仮想音源として音波が放射されるとみなすことができる。しかし、一部の超音波エネルギーは領域B、Cへ拡散する。この領域Bを超音波ビームが拡散する状態は、探触子表面端1aから音波が球面状に放射されるとみなすことができる。また、領域Cを超音波ビームが拡散する状態は、探触子表面端1bから音波が球面状に放射されるとみなすことができる。

【0020】図3は、探触子1をY方向に移動しながら繰り返し送受信した場合の複数の超音波ビームの様子を示したものであり、探触子1の開口iに対応するビームiは実線で表し、探触子1の開口jに対応するビームjは点線で表し、探触子1の開口kに対応するビームkは破線で表されている。ここで、反射体21の位置の受信信号をビームi～kを用いて開口合成する場合について説明する。

【0021】反射体21は、ビームi、ビームjでは領域Aにあるため、ビームi、ビームjは焦点を仮想音源とする球面波とみなして開口合成を行う。また、ビームkでは領域Cにあるため、ビームkは探触子表面端1bから放射される球面波とみなして開口合成を行う。

【0022】図4は、図3の仮想走査線24上の各点の合成信号をビームi、ビームj、ビームkを用いて開口合成を行う場合の説明図である。

【0023】まず、仮想走査線14とビームiを比較すると、仮想走査線14上の全ての点はビームiの領域Cにある。したがって、ビームiは探触子表面端1bから放射された球面波とみなして、開口合成を行う。その結果、ビームiによる反射体21、22からの受信信号は

図4(A)の左側に示す波形となり、そして、遅延処理後の受信信号は同図(A)の右側の波形となる。

【0024】また、ビームjについては、前半は領域Aに、後半は領域Cになる。したがって、仮想走査線14上の前半の点の合成信号を求める場合には、ビームjは焦点12を仮想音源とする球面波とみなして開口合成を行い、後半の点の合成信号を求める場合には、探触子表面端1bから放射された球面波とみなして開口合成を行う。その結果、ビームjによる反射体21、22からの受信信号は図4(B)の左側に示す波形となり、そして、遅延処理後の受信信号は同図(B)の右側の波形となる。

【0025】同様にビームkについても、前半は領域Aに、後半は領域Bになる。したがって、仮想走査線14上の前半の点の合成信号を求める場合には、ビームkは焦点12を仮想音源とする球面波とみなして開口合成を行い、後半の点の合成信号を求める場合には、探触子表面端1aから放射された球面波とみなして開口合成を行う。その結果、ビームkによる反射体21、22からの受信信号は図4(C)の左側に示す波形となり、そして、遅延処理後の受信信号は同図(C)の右側の波形となる。

【0026】このようにして仮想走査線14上の各点の合成信号を求めると、ビームi、ビームj、ビームkによる遅延処理後の各受信信号を加算した図4(D)に示す波形の合成信号が求められる。

【0027】図4では、仮想走査線13上の反射体22からの受信信号は増幅され、仮想走査線14から外れたところにある反射体21からの受信信号は減衰することが示されている。

【0028】上記のように本発明の実施の形態1によれば、波面収束手段である音響レンズ11を有する探触子1を用いた場合でも開口合成における実効開口幅を広く取ることができ、かつ実際に使用する超音波の位相特性に近い状態で開口合成ができるため、良好な方位分解能を得ることができる。

【0029】なお、上記実施の形態1では、超音波の位相特性を、焦点を仮想音源とする球面波及び探触子表面端を音源とする球面波としたが、より実際の波面に即したものとすれば、さらに性能を向上させることができる。

【0030】(実施の形態2)図5及び図6により本発明の実施の形態2について説明する。図5は本発明の実施の形態2における超音波診断装置の構成を示すブロック図、図6は超音波診断装置の動作を説明するための超音波ビームのメインローブの振幅特性の概念図である。

【0031】図5において、図1と同一または類似の構成要素には同一符号を付して説明すると、1は凹型の圧電振動子から構成される探触子であり、探触子1自体が波面収束手段を構成し、この探触子1から発生する超音

波ビームを焦点12に収束させる。2は探触子1を被検体である反射体13に対して一次元方向(Y方向)に走査する走査機構であり、また、3は探触子1から超音波を発生させるための高周波パルスを探触子1に供給するとともに、反射体13で反射されて探触子1に戻ってくる超音波を電気信号に変換した探触子1からの信号を受信する送受信回路であり、この送受信回路3で受信された信号は増幅検波された後、所定のデジタル信号処理がなされてメモリ4に記憶される構成になっている。

【0032】波面振幅情報メモリ8は開口合成を行う範囲を指定するための超音波の振幅情報を記憶する。また、開口制御部9は波面振幅情報メモリ8に記憶されている超音波ビームのメインローブ情報に応じて開口合成の開口幅を決定するものである。

【0033】信号合成部5は、波面位相情報メモリ6に記憶されている超音波ビームの位相情報をもとに、各送受信により得られたメモリ4からの高周波受信信号に所定の遅延時間を与え加算することにより開口合成演算を行うもので、受信信号に所定の遅延時間を与えるデジタル遅延回路、及び遅延処理した受信信号を加算するデジタル加算回路等から構成される。また、波面位相情報メモリ6は開口合成を行うための超音波の位相情報を記憶するもので、この波面位相情報メモリ6には、図6に示す領域A、B、Cに対応する超音波の位相情報メモリ6A、6B、6Cが記憶されており、超音波の位相情報メモリ6A、6B、6Cは合成信号と受信信号の位置関係により選択されて信号合成部6に取り込まれる。7は信号合成部6から出力される合成信号をテレビ用の映像信号に変換して表示する画面表示部である。

【0034】上記のように構成された超音波診断装置について、図6を参照して説明する。

【0035】上記図2で説明した場合と同様に、探触子1から発生した超音波ビームの大部分は焦点12へ収束していくが、焦点付近では完全に1点に収束せず、図6に示すように広がりを持つ。この広がりのかんりの部分をメインローブが占める。また、開口合成は複数のビームから、より方位分解能の高い1本のビームを計算により作り出す手法であるが、メインローブは超音波エネルギーの大部分が集まっているため、振幅も大きく、合成した信号に与える影響も大きい。

【0036】そこで、本実施の形態では、波面振幅情報メモリ8に波面の振幅情報を記憶しておき、開口制御部9により、メインローブ以外のサイドローブ領域DまたはEにおける合成処理がなくなるように開口幅を調整する。これにより、超音波ビームのメインローブの太さやサイドローブの有無によって合成する受信信号の数を調整でき、効率的な開口合成を行うことができる。その他の動作は図1の場合と同様である。なお、上記実施の形態では、波面収束手段を音響レンズまたは凹面振動子で構成した場合について説明したが、本発明はこれに限

定されず、電子的な収束手段などを用いた場合でも同様に実施可能である。また、走査機構としては、平行移動を行う例で説明したが、回転移動、手動操作など任意の移動方向を有する場合についても同様に実施可能である。さらに、焦点より探触子表面端側で開口合成をした例について説明したが、焦点より遠方における開口合成でも実施可能である。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明の超音波診断装置によれば、合成信号と受信信号の位置関係により合成方法を変えることで開口合成における実効開口幅を大きく取ることができ、かつ実際に使用する超音波の位相特性に近い状態で開口合成ができるとともに、良好な方位分解能を得ることができる。

【0038】また、本発明によれば、探触子から放射された球面波が収束する焦点を仮想音源とみなして開口合成を行い、超音波エネルギーが拡散する球面波を探触子表面端から放射された球面波とみなして開口合成を行うことにより、簡単な計算で良好な開口合成が可能になる。

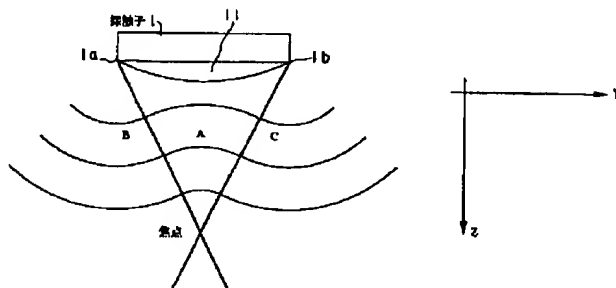
【0039】また、本発明によれば、波面の振幅特性に応じて開口幅を変化させることにより、超音波ビームのメインローブの太さやサイドローブの有無によって合成する受信信号の数を調整でき、効率的な開口合成を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における超音波診断装置の構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態1における超音波診断装置

【図2】



の動作を説明するための超音波ビームの位相特性の概念図

【図3】本発明の実施の形態1における超音波診断装置の動作を説明するための概念図

【図4】本発明の実施の形態1における超音波診断装置の動作説明図

【図5】本発明の実施の形態2における超音波診断装置の構成を示すブロック図

10 【図6】本発明の実施の形態2における超音波診断装置の動作を説明するための超音波ビームのメインローブの振幅特性の概念図

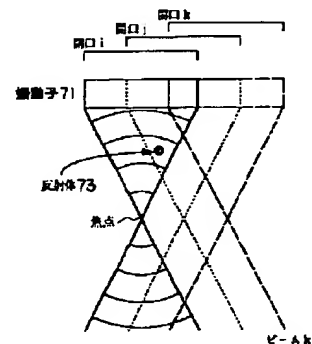
【図7】従来の超音波診断装置の概略構成を示すブロック図

【図8】従来における超音波診断装置の開口合成の動作を説明するための図

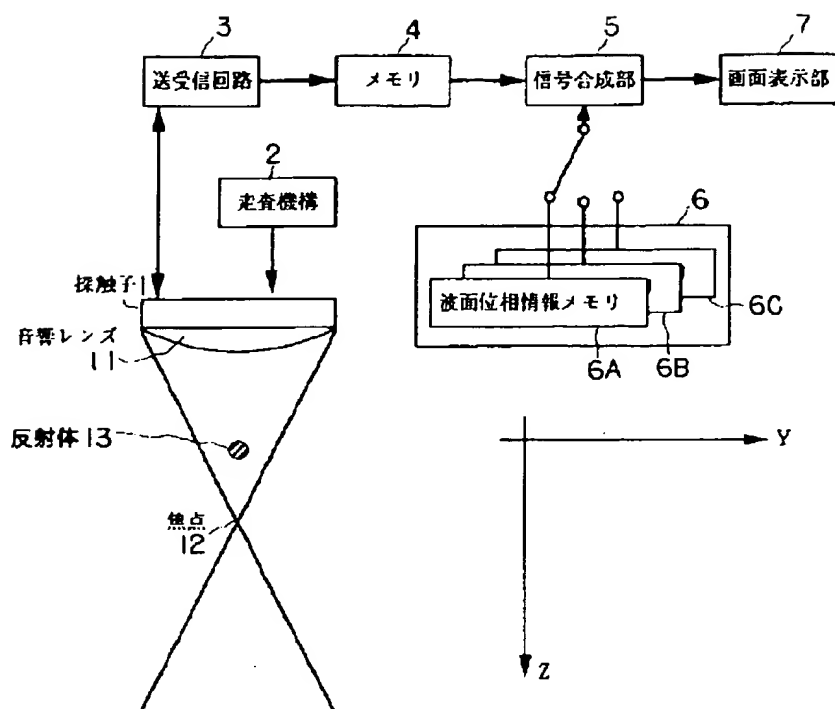
【符号の説明】

- 1 探触子
- 11 音響レンズ（波面収束手段）
- 2 走査機構
- 3 送受信回路
- 4 メモリ（記憶手段）
- 5 信号合成部
- 6 波面位相情報メモリ
- 7 画面表示部
- 8 波面振幅情報メモリ
- 9 開口制御部
- 12 焦点
- 13、21、22 反射体

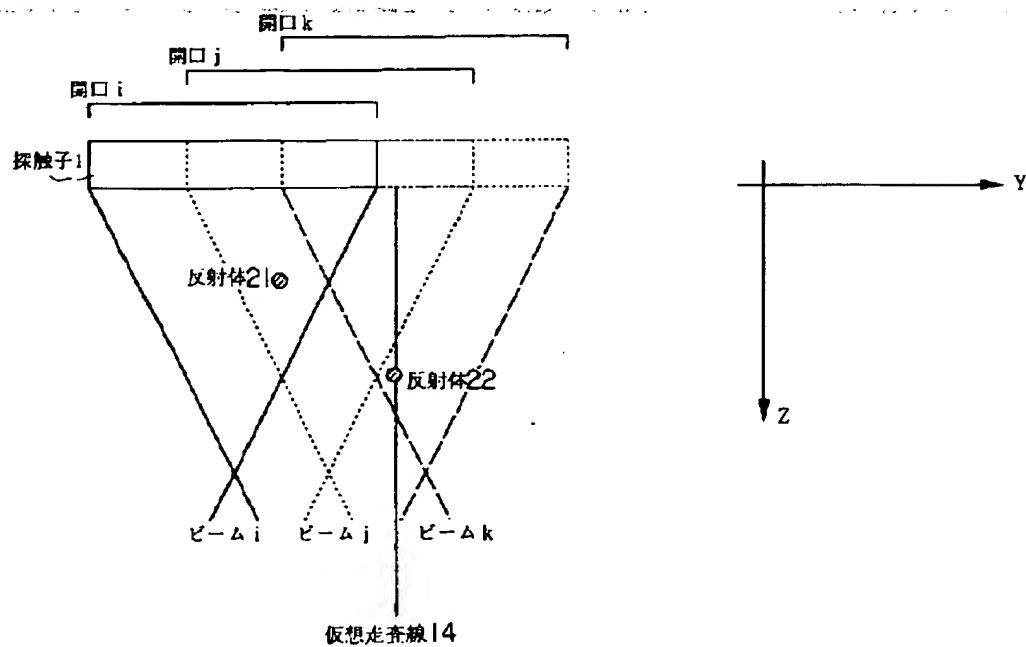
【図8】



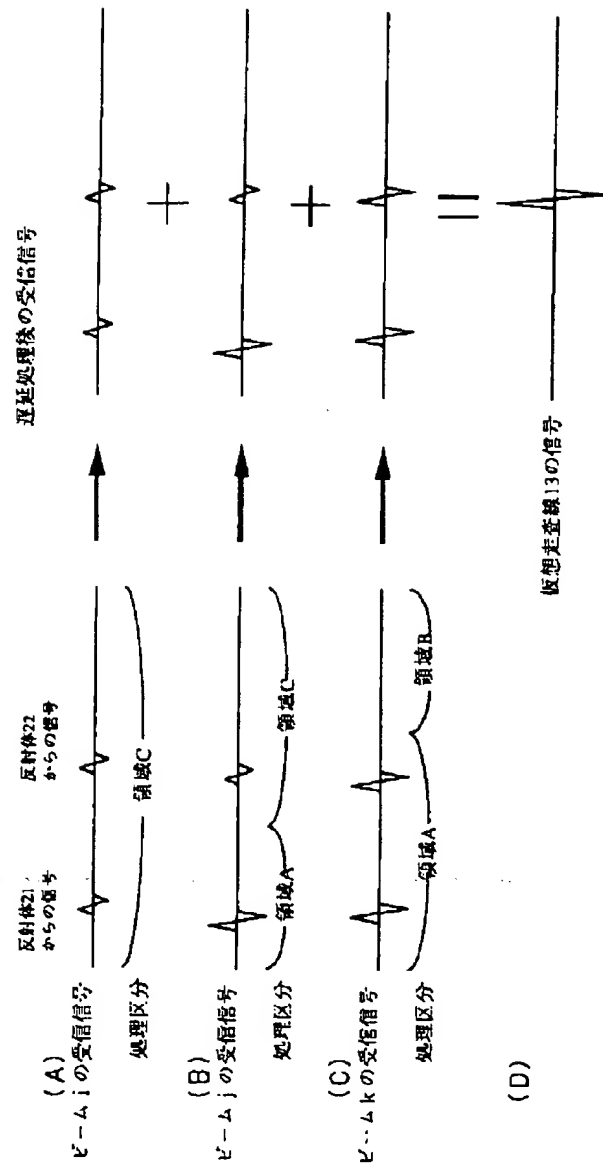
【図1】



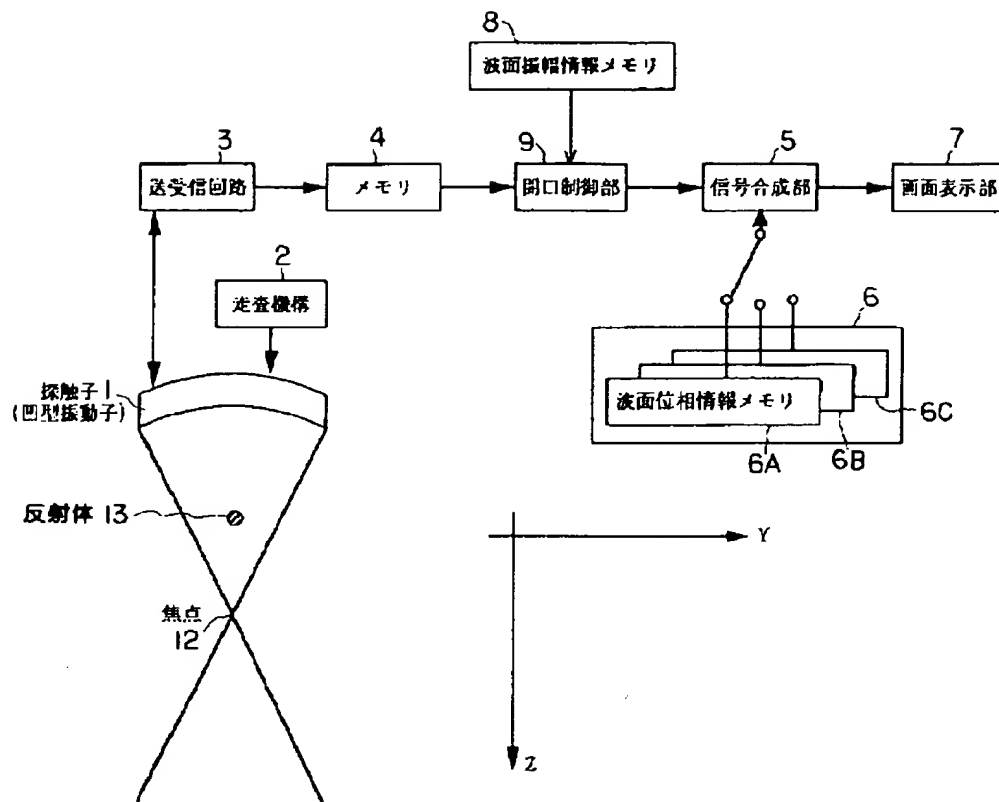
【図3】



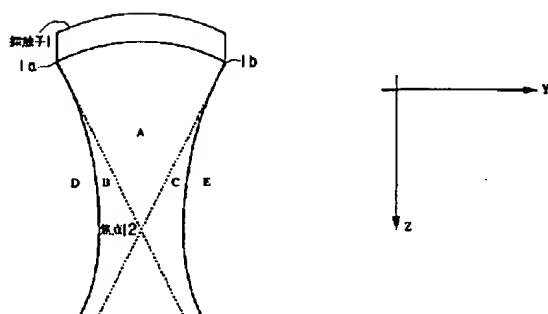
【図4】



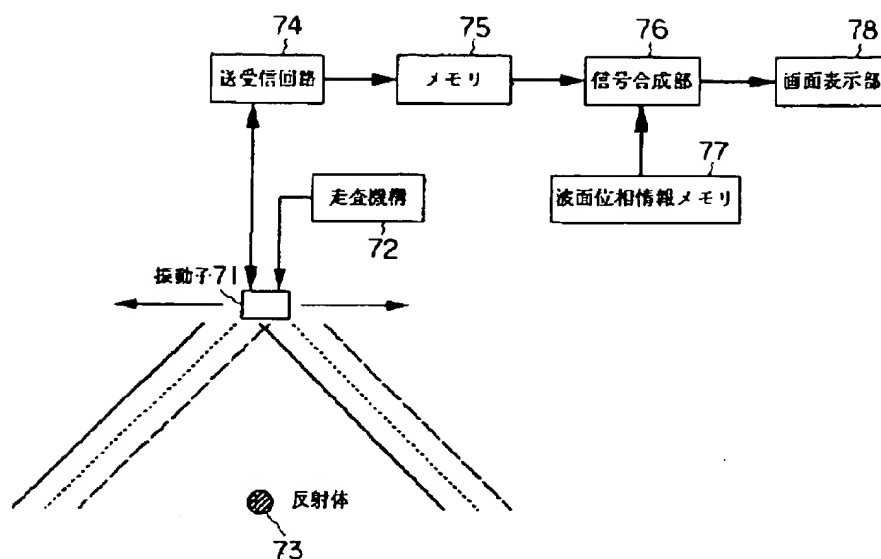
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 萩原 尚  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 伊藤 嘉彦  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内